

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



JC997 U.S. PRO  
09/864489  
05/24/01

## CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

### Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 100 25 669.4

Anmeldetag: 24. Mai 2000

Anmelder/Inhaber: Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer  
Brennkraftmaschine

IPC: F 02 D 41/20

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 12. April 2001  
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident  
Im Auftrag

AGUKKA

22.05.00 Bg/Hx

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10           Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer  
          Brennkraftmaschine

Stand der Technik

15           Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung  
zur Steuerung einer Brennkraftmaschine gemäß den  
Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche.

20           Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer  
Brennkraftmaschine ist beispielsweise aus der DE-OS 44 11  
789 bekannt. Bei dem dort beschriebenen Verfahren wird die  
Einspritzung in wenigstens zwei Teileinspritzungen  
aufgeteilt. Zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung dient  
dabei ein Stellelement, wobei dieses vorzugsweise als  
25           Magnetventil ausgebildet ist.

30           Durch die zeitlich nahe beieinander liegenden  
Ansteuervorgänge wird der Vorgang des Öffnens des  
Magnetventils am Ende der Voreinspritzung durch das erneute  
Ansteuern des Magnetventils für die Haupteinspritzung  
beeinflußt. Der vor der Beginn der Haupteinspritzung soll  
bei einer bestimmten Winkelstellung der Kurbelwelle bzw.  
Nockenwelle erfolgen, damit eine günstige Verbrennung mit  
Hinblick auf Verbrauch und Leistung erzielt wird.

35

Um die Vorteile einer Voreinspritzung gewährleisten zu können, sollte der zeitliche Abstand zwischen Voreinspritzung und Haupteinspritzung einen bestimmten Wert annehmen. Der zeitliche Abstand entspricht wiederum einem drehzahlabhängigen Winkel, um den sich die Kurbel- bzw. Nockenwelle dreht. Durch sich ändernde Momentandrehzahlen zwischen dem Ansteuerende der Voreinspritzung und dem Förderbeginn der Haupteinspritzung unterliegt die Winkeldifferenz zwischen dem Ansteuerende der Voreinspritzung und dem Ansteuerbeginn der Haupteinspritzungen Schwankungen, die zu Ungenauigkeiten der Voreinspritzung führen.

#### Vorteile der Erfindung

Dadurch, daß ein Ansteuerbeginn der zweiten Teileinspritzung eine vorgebbare erste Zeitspanne nach einem Ansteuerende der ersten Teileinspritzung erfolgt, kann ein definierter Zusammenhang zwischen dem Ansteuerende der Voreinspritzung und dem Förderbeginn der Haupteinspritzung erzielt werden. Als Förderbeginn wird der Zeitpunkt bezeichnet, bei dem die Zumessung von Kraftstoff in die Brennkraftmaschine beginnt.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Zeitspanne derart vorgegeben wird, daß ein Förderbeginn der zweiten Teileinspritzung eine zweite vorgebbare Zeitspanne nach dem Ansteuerende der ersten Teileinspritzung erfolgt. Diese zweite Zeitspanne wird im folgenden auch als Förderpause bezeichnet.

Besonders einfach ist das Verfahren zu realisieren, wenn die erste Zeitspanne ausgehend von wenigstens einer Schließzeit des Stellelements und der zweiten Zeitspanne vorgebbar ist. Dies bedeutet, die erste Zeitspanne, wird ausgehend von der gewünschten Förderpause und der Schließzeit des

Stellelements, das vorzugsweise als Magnetventil und/oder als Piezosteller ausgebildet ist, vorgegeben. Die Schließzeit entspricht der Zeitdauer zwischen der Ansteuerbeginn und dem Förderbeginn.

5 Eine gute Anpassung an das Verhalten der Brennkraftmaschine ergibt sich, wenn die zweite Zeitspanne, das heißt die Förderpause abhängig von wenigstens der Drehzahl der Brennkraftmaschine vorgebarbar ist. Besonders vorteilhaft werden noch weitere Größen berücksichtigt.  
10

12 Dadurch daß eine Ansteuerdauer oder ein Ansteuerende der zweiten Teileinspritzung ausgehend von dem Förderbeginn korrigiert wird, kann die Genauigkeit der  
15 Kraftstoffzumessung verbessert werden. Insbesondere lassen sich Fehler, die darauf beruhen, daß die Förderpause konstant gehalten wird, kompensieren.

20 Eine besonders einfache Korrektur ergibt sich, wenn der Förderbeginn gelernt und mit einem Sollförderbeginn verglichen wird und die Korrektur ausgehend von dem Vergleich erfolgt.

Zeichnung

25 Die Erfindung wird anhand in einer Zeichnung dargestellten Ausführungsformen erläutert. Es zeigen Figur 1 ein Blockdiagramm der Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine, die Figur 2 verschiedene über der Zeit aufgetragene Signale und Figur 3 ein Blockdiagramm der erfindungsgemäßen Vorgehensweise.  
30

In der Figur 1 ist die Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine als Blockdiagramm dargestellt. Im folgenden wird die erfindungsgemäße Vorgehensweise am  
35

Beispiel einer magnetventilgesteuerten  
Verteilereinspritzpumpe beschrieben. Die erfindungsgemäße  
Vorgehensweise ist dabei nicht auf diese Anwendung  
beschränkt, sie kann auch bei anderen  
5 magnetventilgesteuerten Kraftstoffzumeßeinrichtungen  
eingesetzt werden. Des Weiteren können anstelle eines  
Magnetventils auch andere Stellelemente, wie insbesondere  
Piezoaktoren eingesetzt werden.

10 Ein Stellelement ist mit 100 bezeichnet. Dieses steht zum  
einen mit einer Versorgungsspannung Ubat und zum anderen mit  
einem Schaltmittel 110 in Kontakt. Das Schaltmittel 110  
steht ferner über ein Strommeßmittel 120 mit einem  
Massenschluß in Verbindung. Die Reihenfolge des  
15 Stellelements 100, des Schaltmittels 110 und des  
Strommeßmittels 120 sind nur beispielhaft gewählt. Es können  
auch andere Reihenfolgen dieser Reihenschaltung vorgesehen  
sein. Des Weiteren ist es möglich, daß weitere Schaltmittel  
zur Ansteuerung des Stellelements 100 verwendet werden. Bei  
20 der Darstellung in Figur 1 handelt es sich nur um eine  
beispielhafte Darstellung.

25 Das Schaltmittel 110 wird von einer Endstufe 130 mit  
Ansteuersignalen A beaufschlagt. Das Strommeßmittel 120, das  
vorzugsweise als Widerstand ausgebildet wird, liefert ein  
Signal an die Endstufe, das den Strom I, der durch das  
Stellelement fließt, charakterisiert. Die Endstufe 130  
beaufschlagt eine Steuereinheit 140 mit Signalen und wird  
von der Steuereinheit 140 mit Ansteuersignalen beaufschlagt.

30 Die Steuereinheit 140 beinhaltet im wesentlichen, eine Ein-/Ausschaltsteuerung 141, eine Einspritzsteuerung 142 und  
eine Schaltzeitbestimmung 143. Der Steuereinheit 140 werden  
von Sensoren 150 verschiedene Signale zugeführt, die den  
35 Betriebszustand der Brennkraftmaschine und/oder

Umgebungsbedingungen charakterisieren. Eine wesentliche Größe ist dabei die Drehzahl N der Brennkraftmaschine.

5 Die Sensorsignale gelangen zur Einspritzsteuerung 142, die ausgehend von diesen und weiteren Daten verschiedene Größen bestimmt, die beispielsweise den Sollwert für den Förderbeginn FBS, den Sollwert für das Ansteuerende der Haupteinspritzung AES, das Ansteuerende für die Voreinspritzung VEA, die Förderpause FP und die Förderdauer 10 der Haupteinspritzung FD charakterisieren, an die Ein-/Ausschaltsteuerung 141.

15 Die Ausschaltsteuerung 141 bestimmt ausgehend von diesen Größen und weiteren Größen, wie beispielsweise der Schaltzeit SZ, die von der Schaltzeitbestimmung 143 20 geliefert wird, Signale zur Beaufschlagung der Endstufe 130. Dies sind u. a. ein Signal AB, das den Ansteuerbeginn der Haupteinspritzung und ein Signal AE, das das Ende der Haupteinspritzung charakterisiert. Dabei liefert die Ein-/Ausschaltsteuerung Signale, die den Ansteuerbeginn und das Ansteuerende der Voreinspritzung charakterisieren.

Die Ein-/Ausschaltsteuerung 141 ist in Figur 3 detaillierter dargestellt. Die Berechnung der verschiedenen Größen in der Einspritzsteuerung 142 kann auf unterschiedliche Weisen erfolgen und wird im folgenden nicht näher beschrieben.

30 In Figur 2 ist Ansteuersignal A zur Beaufschlagung des Schaltmittels 110 und der Strom I, der durch das Stellelement 110 fließt, über der Zeit t aufgetragen. In der Figur 2 ist ein Einspritzvorgang dargestellt, bei dem die Einspritzung in wenigstens zwei Teileinspritzungen 35 aufgeteilt ist. Die erste Teileinspritzung wird als Voreinspritzung VE und die zweite Teileinspritzung wird als Haupteinspritzung HE bezeichnet. Üblicherweise dient die

Voreinspritzung zur Reduzierung der Geräuschemissionen.

Diese Aufgabe der Voreinspritzung kann nur gelöst werden, wenn die beiden Teileinspritzungen in einer bestimmten zeitlichen Relation zueinander stehen.

5

Die erfindungsgemäße Vorgehensweise ist nicht auf die Anwendung bei einer Aufteilung in eine Voreinspritzung und eine Haupteinspritzung beschränkt. Die Vorgehensweise kann bei allen Einspritzsystemen verwendet werden, bei denen wenigstens zwei Teileinspritzungen vorgesehen sind. So können auch mehr als zwei Teileinspritzungen vorgesehen sein.

10

Ab dem Zeitpunkt  $t_{11}$  nimmt das Signal A einen sehr hohen Pegel an, d. h. der Stromfluß durch das Stellelement 100 wird freigegeben. Dies bedeutet, der Strom I steigt sehr schnell auf einen sehr hohen Wert an.

15

Zum Zeitpunkt  $t_{21}$  wird das Ansteuersignal A zurückgenommen und der Strom auf ein mittleres Niveau abgeregelt. Zum Zeitpunkt  $t_{31}$  wird das Ansteuersignal noch weiter zurückgenommen und der Strom sinkt auf einen Haltestrom ab. Zum Zeitpunkt  $t_{41}$  wird das Ansteuersignal auf 0 zurückgenommen, und der Strom fällt bis zum Zeitpunkt  $t_{51}$  auf 0 ab.

20

Zum Zeitpunkt  $t_{51}$  endet die Einspritzung. Der Einspritzvorgang zwischen den Zeitpunkten  $t_{11}$  und  $t_{51}$  wird auch als Voreinspritzung bezeichnet. Bei einer vereinfachten Ausgestaltung kann das Stromniveau zwischen den Zeitpunkten  $t_{21}$  und  $t_{41}$  und damit auch das Ansteuersignal A einen konstanten Wert annehmen und nicht auf einen niederen Wert abfallen.

25

Zum Zeitpunkt t12 beginnt die Haupteinspritzung HE, d. h.  
das Ansteuersignal steigt wieder auf den hohen Wert an, und  
der Strom steigt auf seinen hohen Wert an. Zum Zeitpunkt t22  
wird das Ansteuersignal zurückgenommen, und der Strom sinkt  
auf den Haltestrom ab. Zum Zeitpunkt t42 wird das  
Ansteuersignal zurückgenommen, und der Strom fällt bis zum  
Zeitpunkt t52 auf 0 ab.

Der Zeitpunkt, bei dem das Stellelement seine neue Position  
einnimmt, d. h. in diesem dargestellten Ausführungsbeispiel  
die Einspritzung beginnt, wird mit BIP und einem senkrechten  
Pfeil bezeichnet. Zu diesem Zeitpunkt beginnt die  
Einspritzung. Dieser Zeitpunkt wird auch als Förderbeginn  
bezeichnet.

Mit einem Doppelpfeil sind der Zeitraum der Voreinspritzung  
VE und der Haupteinspritzung HE bezeichnet. Des Weiteren ist  
die Förderpause FP zwischen dem Zeitpunkt t41, die dem  
Ansteuerende der Voreinspritzung entspricht und dem  
Zeitpunkt, bei dem die Haupteinspritzung beginnt,  
eingezzeichnet.

In Figur 3 ist die Ein-/Ausschaltsteuerung 141 detaillierter  
dargestellt. Diese Ein-/Ausschaltsteuerung 141 umfaßt im  
wesentlichen eine Ansteuer- und Förderbeginn-Berechnung  
200, einen Förderbeginnbeobachter 220, sowie eine  
Ansteuerdauerkorrektur 230. Die Ansteuer- und Förderdauer-  
Berechnung 200 bestimmt ausgehend von der Schaltzeit SZ, die  
von der Schaltzeitbestimmung 143 bereitgestellt wird, dem  
Ansteuerende der Voreinspritzung VEA, die von der  
Einspritzsteuerung 142 bereitgestellt wird, ein Signal AB,  
das den Ansteuerbeginn der Haupteinspritzung festlegt, einen  
interpolierten Förderbeginn FBI, sowie einen extrapolierten  
Förderbeginn FBE.

Der extrapolierte und der interpolierte Förderbeginn werden dem Förderbeginnbeobachter 220 zugeleitet. Der Ansteuerbeginn AB wird der Endstufe 130 zugeleitet.

5 Desweiteren verarbeitet die Ansteuer- und Förderbeginnberechnung 200 ein Signal FP bezüglich der Förderpause, die von der Einspritzsteuerung 142 bereitgestellt wird und ein Drehzahlsignal N des Drehzahlsensors 150.

10 Das Ansteuerende VEAЕ der Voreinspritzung gelangt mit positiven Vorzeichen zu einem Verknüpfungspunkt 204 und zu einer Winkelzeitumrechnung 201. Die Förderpause FP gelangt über einen Verknüpfungspunkt 205 mit positiven Vorzeichen zum zweiten Eingang des Verknüpfungspunktes 204. Am zweiten 15 Eingang des Verknüpfungspunktes 205 liegt die Drehzahl N an. Im Verknüpfungspunkt 205 werden die beiden Größen vorzugsweise multiplikativ verknüpft.

20 Ferner liegt die Förderpause FP mit positiven Vorzeichen am Eingang eines Verknüpfungspunktes 202, an dessen zweiten Eingang das Ausgangssignal der Winkel-/Zeitberechnung 201 mit positiven Vorzeichen anliegt. Mit dem Ausgangssignal des Verknüpfungspunktes 202 wird zum einen eine Zeitwinkelumrechnung 206 und zum anderen mit positiven Vorzeichen der Verknüpfungspunkt 203 beaufschlagt.

25 Am Ausgang der Zeit-/Winkelumrechnung 206 liegt der interpolierte Förderbeginn FBI an. Am Ausgang des Verknüpfungspunktes 204 liegt der extrapolierte Förderbeginn FBE an.

30 Am zweiten Eingang des Verknüpfungspunktes 203 liegt mit negativen Vorzeichen die Schaltzeit SZ an. Am Ausgang des Verknüpfungspunktes 203 liegt der Ansteuerbeginn AB an.

Der extrapolierte Förderbeginn FBE gelangt mit positiven Vorzeichen zu einem Verknüpfungspunkt 226, dessen Ausgangssignal zu einem Verknüpfungspunkt 222 mit negativen Vorzeichen gelangt. Am zweiten Eingang des 5 Verknüpfungspunktes 222 liegt mit positiven Vorzeichen der interpolierte Förderbeginn FBI. Mit dem Ausgangssignal des Verknüpfungspunktes 220 wird ein Regler 224 beaufschlagt. Der Regler 224 gibt mit positiven Vorzeichen ein Signal an den Verknüpfungspunkt 226. Am Ausgang des 10 Verknüpfungspunktes 226 liegt ein erwarteter Förderbeginn FBER an, der zur Ansteuerkorrektur 230 weitergeleitet wird.

Der Regler 224 und die Verknüpfungspunkte 222 und 226 bilden 15 den Förderbeginnbeobachter.

Im folgenden werden die Elemente der Ansteuerdauerkorrektur beschrieben. Der erwartete Förderbeginn FBER gelangt mit positiven Vorzeichen zu einem Verknüpfungspunkt 237 und zu einem Verknüpfungspunkt 236. Am zweiten Eingang des 20 Verknüpfungspunktes 236 liegt die Förderdauer FD, die ebenfalls von der Einspritzsteuerung 142 bereitgestellt wird. Das Ausgangssignal des Verknüpfungspunktes 236 gelangt mit positiven Vorzeichen zu einem Verknüpfungspunkt 235. Am Ausgang des Verknüpfungspunktes 235 liegt das Ansteuerende AE an.

Am zweiten Eingang des Verknüpfungspunktes 237 liegt mit negativen Vorzeichen der Förderbeginnsollwert FBS an. Dieser gelangt ferner über ein Kennfeld 231 zu einem 30 Verknüpfungspunkt 233. Der Ansteuerendesollwert gelangt über ein Kennfeld 322 ebenfalls zu dem Verknüpfungspunkt 233. Ein Ausgangssignal des Verknüpfungspunktes 233 gelangt zu dem zweiten Eingang eines Verknüpfungspunktes 234, an dessen ersten Eingang das Ausgangssignal des Verknüpfungspunktes 35 237 anliegt. Mit dem Ausgangssignal des Verknüpfungspunktes

234 wird mit positiven Vorzeichen der zweite Eingang des Verknüpfungspunktes 235 beaufschlagt.

Um einen zeitlich definierten Zusammenhang zwischen dem Ansteuerende VEAЕ der Voreinspritzung und dem Ansteuerbeginn AB der Haupteinspritzung zu erzielen, wird eine wenigstens von der Drehzahl N abhängige Förderpause FP vorgegeben. Die Förderpause entspricht dem zeitlichen Abstand zwischen dem Ansteuerende VEAЕ der Voreinspritzung und dem Förderbeginn FB der Haupteinspritzung.

Um dies zu erreichen wird das Ansteuerende VEAЕ der Voreinspritzung durch die Winkel-/Zeitumrechnung in einen Zeitpunkt umgerechnet. Im Verknüpfungspunkt 202 wird zu diesem Zeitpunkt die Förderpause FP als Zeitgröße hinzugefügt. Anschließend wird dieser Zeitpunkt von der Zeit-/Winkelumrechnung 206 wieder in eine Winkelgröße umgewandelt. Diese Winkelgröße wird auch als interpolierter Förderbeginn FBI bezeichnet. Der Förderbeginn erfolgt somit eine vorgebbare Zeitspanne nach dem Ansteuerende der Voreinspritzung.

Im Verknüpfungspunkt 203 wird von dem Zeitpunkt des Förderbeginns FBI die Schaltzeit SZ subtrahiert und so der Ansteuerbeginn AB berechnet. Durch diese Vorgehensweise ist die Genauigkeit der Voreinspritzmenge gewährleistet. Das heißt der Abstand zwischen dem Beginn der Haupteinspritzung und dem Ende der Voreinspritzung ist unabhängig von der Drehzahl auf einen bestimmten Wert festgelegt. Dies bedeutet, der Abstand zwischen dem Ansteuerbeginn der Haupteinspritzung und dem Ansteuerende der Voreinspritzung ist ausgehend von der vorgebbaren Zeitspanne, das heißt der Förderpause, und der Schließzeit des Stellelements vorgebar.

Der sich einstellende Förderbeginnfehler wird über einen Förderbeginnbeobachter 220 gelernt und anschließend von der Ansteuerdauerkorrektur 230 bei der Bestimmung des Ansteuerendes AE berücksichtigt.

5

Die Förderbeginndifferenz zwischen dem Sollförderbeginn FBS und dem erwarteten Förderbeginn FBER wird am Ansteuerende angehängt, d. h. die Ansteuerdauer wird um diesen Betrag verlängert. Der Förderbeginnbeobachter 220 vergleicht den erwarteten Förderbeginn FBER mit dem interpolierten Förderbeginn FBI und bestimmt ausgehend von diesem Vergleich mittels des Reglers 224 einen Korrekturwert zur Korrektur des extrapolierten Förderbeginns FBE. Der um diesen Korrekturwert korrigierte extrapolierte Förderbeginn FBE dient als erwarteter Förderbeginn FBER. Durch Addition von erwartetem Förderbeginn FBER und Förderdauer FD, ergibt sich das Ansteuerende AE.

Da die geförderte Menge pro Zeiteinheit auf Grund der unterschiedlichen Nockensteigung beim Ansteuerende und beim Förderbeginn unterschiedlich ist, erfolgt in den Blöcken 231 und 232 eine entsprechende Korrektur dieses Einflusses. Dies bedeutet in den Kennfeldern 231 und 232 sind Korrekturwerte abgelegt um die die Ansteuerdauer korrigiert wird, um den obigen Effekt zu korrigieren.

25

22.05.00 Bg/Hx

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

## Ansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer Brennkraftmaschine mit einem Stellelement zur Steuerung der Kraftstofffeinspritzung, wobei die Kraftstofffeinspritzung in wenigstens eine erste Teileinspritzung und eine zweite Teileinspritzung aufgeteilt ist, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ansteuerbeginn der zweiten Teileinspritzung eine vorgebbare erste Zeitspanne nach einem Ansteuerende der ersten Teileinspritzung erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitspanne derart vorgegeben wird, daß ein Förderbeginn der zweiten Teileinspritzung eine zweite vorgebbare Zeitspanne nach dem Ansteuerende der ersten Teileinspritzung erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Zeitspanne ausgehend von wenigstens einer Schließzeit des Stellelements und der zweiten Zeitspanne vorgebbar ist.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Zeitspanne abhängig von wenigstens der Drehzahl vorgebbar ist.

35

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß eine Ansteuerdauer oder ein  
Ansteuerende der zweiten Teileinspritzung ausgehend von  
dem Förderbeginn korrigiert wird.
- 10 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Förderbeginn gelernt und  
mit einem Sollförderbeginn verglichen wird und die  
Korrektur ausgehend von dem Vergleich erfolgt.
- 15 7. Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine mit  
einem Stellelement zur Steuerung der  
Kraftstofffeinspritzung, wobei die Kraftstofffeinspritzung  
in wenigstens eine erste Teileinspritzung und eine  
zweite Teileinspritzung aufgeteilt ist, dadurch  
gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, die ein  
Ansteuerbeginn der zweiten Teileinspritzung eine  
vorgebbare erste Zeitspanne nach einem Ansteuerende der  
ersten Teileinspritzung bewirken.
- 20

22.05.00 Bg/Hx

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer  
Brennkraftmaschine

Zusammenfassung

15

Es werden eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung einer Brennkraftmaschine mit einem Stellelement zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung beschrieben. Die Kraftstoffeinspritzung ist in wenigstens eine erste Teileinspritzung und eine zweite Teileinspritzung aufgeteilt. Ein Ansteuerbeginn der zweiten Teileinspritzung erfolgt eine vorgebbare erste Zeitspanne nach einem Ansteuerende der ersten Teileinspritzung.

(Figur 1)

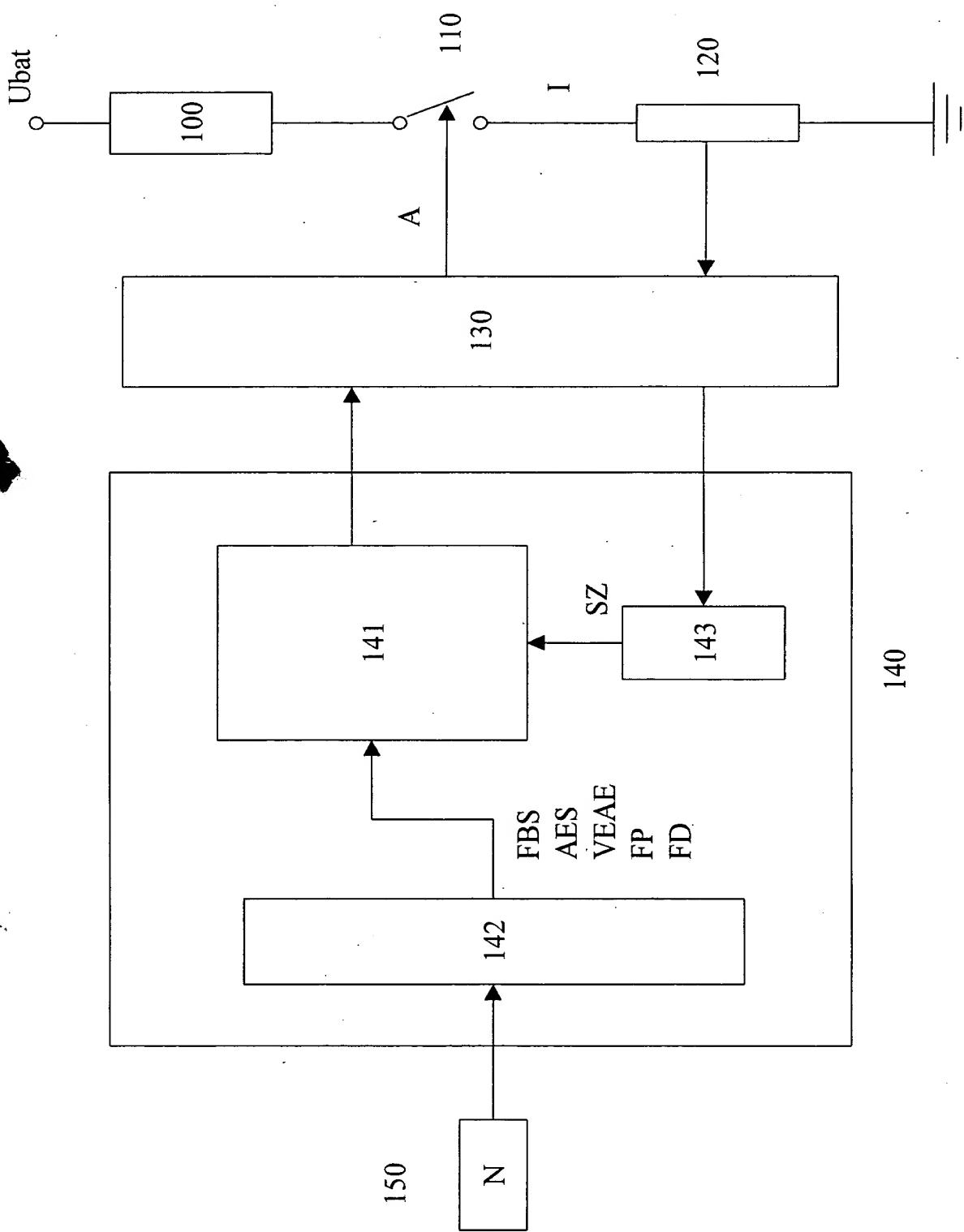


Fig.1

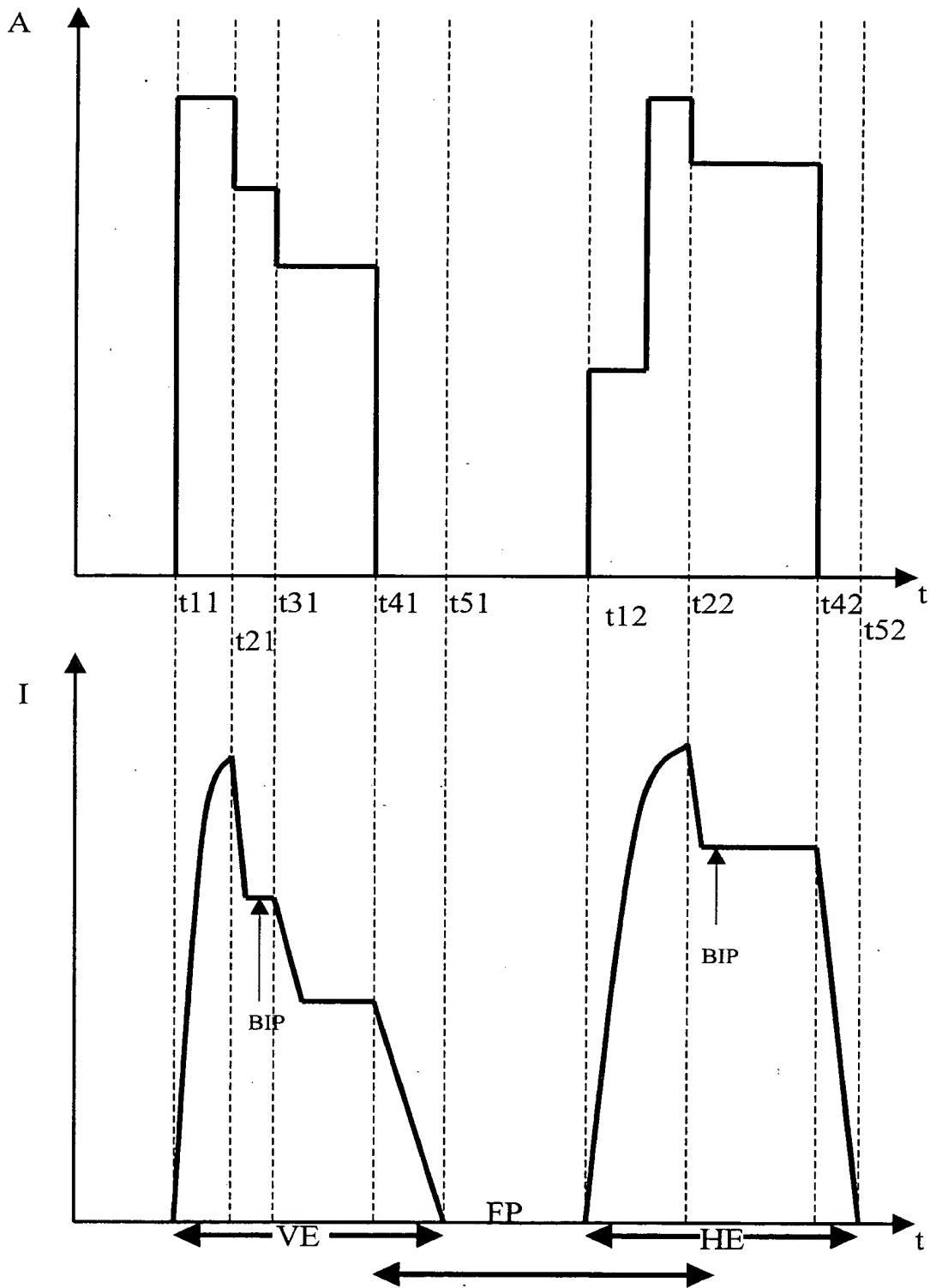


Fig. 2

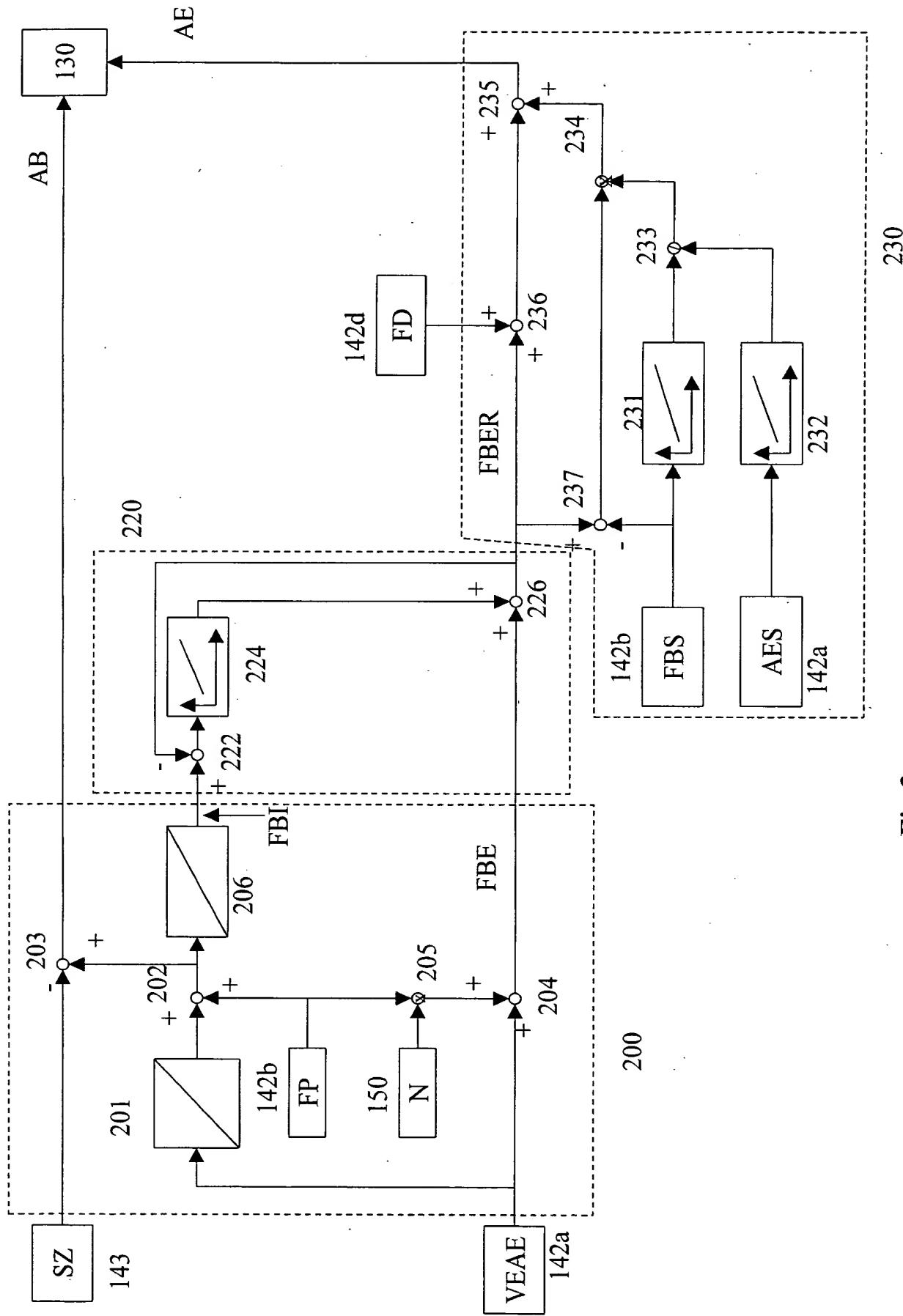


Fig.3